

21 MARS 2003



INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

Rec'd PCT/PTO 01 SEP 2004

REC'D 06 JUN 2003
WIPO PCT

BREVET D'INVENTION

10/506310

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 14 MARS 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

1er dépôt

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354°01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

DB 540 W /300301

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

4 MARS 2002

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE
PAR L'INPI

0202718

04 MARS 2002

Vos références pour ce dossier
(facultatif) H254310/5/AD

NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

CABINET BEAU DE LOMENIE
158, rue de l'Université
75340 PARIS CEDEX 07

Confirmation d'un dépôt par télécopie

N° attribué par l'INPI à la télécopie

2) NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet Demande de certificat d'utilité Demande divisionnaire

Demande de brevet initiale
ou demande de certificat d'utilité initiale

Date

Date

Transformation d'une demande de
brevet européen Demande de brevet initiale

Date

3) TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Générateur de gaz pour un système de stérilisation

4) DÉCLARATION DE PRIORITÉ
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation
Date

N°

Pays ou organisation
Date

N°

Pays ou organisation
Date

N°

S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

5) DEMANDEUR

S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Nom ou dénomination sociale

ABSYS

Prénoms

Forme juridique

Société à Responsabilité Limitée

N° SIREN

Code APE-NAF

361, avenue du Général de Gaulle

Adresse

Rue

Code postal et ville

9121147 CLAMART

Pays

FRANCE

Nationalité

FRANÇAISE

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

Réervé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES
DATE 4 MARS 2002
LIEU 75 INPI PARIS
N° D'ENREGISTREMENT 0202718
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W /200301

Vos références pour ce dossier :
(facultatif)

H254310/5/AD

6 MANDATAIRE

Nom		
Prénom		
Cabinet ou Société		CABINET BEAU DE LOMENIE
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	158, rue de l'Université
	Code postal et ville	75340 PARIS CEDEX 07
N° de téléphone (facultatif)		01.44.18.89.00
N° de télécopie (facultatif)		01.44.18.04.23
Adresse électronique (facultatif)		

7 INVENTEUR (S)

Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée
------------------------------------	--	--

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
---	--	---

Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
------------------------------------	--	--

9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):
--	--	--

Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
(Nom et qualité du signataire)**

Alain DAVID
CPI N° 98-0500

VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI

L. GUICHET

Domaine de la technique

5 La présente invention concerne un système de stérilisation par plasma à pression et température ambiante et plus particulièrement elle se rapporte à un générateur de gaz plasma pour un tel système.

Art antérieur

10 Il existe aujourd'hui un certain nombre d'appareillages de désinfection ou de stérilisation fonctionnant sur la base d'un gaz biocide résultant d'un gaz plasma. En outre, beaucoup de ces appareillages ont recours à des dispositifs complexes de fabrication de vide.

15 Dans la demande de brevet WO 00/54819 déposée au nom de la demanderesse, les inventeurs ont proposé un nouveau procédé de stérilisation à pression atmosphérique et à température ambiante utilisant un plasma en post-décharge. Ce procédé qui donne toute satisfaction fonctionne à partir d'un mélange gazeux non-biocide (par exemple de l'air), la stérilisation se faisant en présence d'humidité. Cependant, avec cette configuration, il est difficile d'apprécier l'efficacité du gaz stérilisant.

20 Or, cette connaissance s'avère primordiale pour garantir une qualité constante dans le temps de la stérilisation.

25 Un capteur spécifique ciblé sur un gaz déterminé peut être éventuellement développé pour contrôler la présence de ce gaz dans la zone de stérilisation et donc indirectement l'efficacité du gaz stérilisant. Cependant de tels capteurs spécifiques ont un coût élevé et ils ne peuvent contrôler qu'une partie de ce gaz stérilisant.

30 Il est aussi possible de réaliser une analyse chimique à spectre large dans la décharge ou en sortie de source de plasma, ce qui demande un appareillage complexe et coûteux, tels qu'un spectromètre de masse (MS) ou un chromatographe en phase gazeuse (GC), comme décrit dans l'article de Zoran Falkenstein « *Ozone Formation with (V)UV-Enhanced Dielectric Barrier Discharges in Dry and Humid Gas Mixtures of O₂, N₂/O₂, and Ar/O₂* » publié dans la revue « *Ozone Science And Engineering, Vol 21, 1999, p.583-603* ». Mais, la lenteur de mesure de ces appareils limite 35 considérablement leur exploitation.

40 Il est également possible de réaliser une acquisition rapide du signal électrique traversant la source et d'intégrer le signal moyen, mais cela nécessite des systèmes d'acquisition et de calculs particulièrement rapides et donc coûteux. En effet, les signaux utiles à analyser sont de l'ordre de quelques nanosecondes, et nécessitent des cartes d'acquisition et d'analyse de débit dont l'échantillonnage est supérieur à 500 MHz,

comme l'expose l'article de O.Motret, C.Hibert, M.Nikravech, I.Gaurand, R.Viladrosa, J.M.Pouvesle, « *The Dependence of Ozone Generation Efficiency on Parameter Adjustment in a Triggered Dielectric Barrier Discharge* » publié dans la revue « *Ozone Science And Engineering, Vol 5 20, 1998, p.51-66* ».

Objet et description de l'invention

La présente invention a pour objet un système de génération de plasma qui permette par une mesure simple et économique cette garantie d'efficacité du gaz stérilisant.

Selon l'invention, il est proposé un système de génération de plasma comportant un générateur de haute tension relié à au moins deux électrodes dont une comporte un fort rayon de courbure (de préférence de géométrie plane) et une autre comporte un faible rayon de courbure, caractérisé en ce que ledit générateur de haute tension est commandé de façon à maintenir constante la fréquence moyenne d'apparition des décharges de courant allant de la au moins une électrode à faible rayon de courbure vers la au moins une électrode à fort rayon de courbure.

Lorsque le générateur de haute tension est un générateur alternatif sinusoïdal ou pulsé, le système de génération de plasma comporte avantageusement un isolant diélectrique insérée entre les électrodes. Selon le type de générateur, ledit générateur de haute tension peut comporter un transformateur à fort gain piloté par un transistor fonctionnant en commutation sous la commande d'un générateur de signaux basse tension de fréquence fixe déterminée et de rapport cyclique variable (cas d'un générateur à haute tension alternative sinusoïdale) ou bien il peut comporter un hacheur haute tension distribuant alternativement une haute tension continue positive et une haute tension continue négative à la au moins une électrode à faible rayon de courbure sous la commande d'un générateur de signaux basse tension de fréquence fixe déterminée et de rapport cyclique variable. (cas d'un générateur à haute tension pulsée).

Si le générateur est un générateur à haute tension continue, il peut comporter un montage redresseur disposé en sortie d'un transformateur à fort gain piloté par un transistor fonctionnant en commutation sous la commande d'un générateur de signaux basse tension de fréquence fixe déterminée et de rapport cyclique variable.

Selon le mode de réalisation envisagé, pour mesurer un signal représentatif des décharges de courant allant de la au moins une électrode à faible rayon de courbure vers la au moins une électrode à fort rayon de courbure, il peut comporter une résistance placée entre un

potentiel de masse et la au moins une électrode à fort rayon de courbure ou bien encore un transformateur de courant placé dans le circuit électrique d'alimentation des électrodes.

De préférence, il comporte en outre un filtre passe haut ou passe 5 bande de façon à ne récupérer du signal mesuré que la partie représentative des décharges apparaissant entre les électrodes. Le signal mesuré et filtré est ensuite transformé, sur une période fixe déterminée, par un système de conversion en une tension continue déterminée 10 représentative d'un nombre moyen de décharges électriques et ce nombre moyen de décharges mesuré est régulé par un système de régulation sur une valeur de consigne prédéfinie et correspondant à ladite fréquence moyenne d'apparition des décharges de courant.

L'invention concerne également tout système de stérilisation par 15 plasma en présence d'humidité, à pression atmosphérique et à température ambiante, mettant en œuvre le système de génération de plasma précité.

Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description faite 20 ci-après, à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- . la figure 1 est un schéma de principe d'un ensemble de stérilisation par plasma,
- . la figure 2 est un schéma de principe d'un système de génération 25 de plasma selon l'invention mis en œuvre dans l'ensemble de stérilisation de la figure 1,
- . la figure 3 est un premier exemple de réalisation du système de génération de plasma de la figure 2 à haute tension alternative,
- . la figure 4 montre deux courbes mettant en liaison un nombre 30 moyen de décharges et l'amplitude de la haute tension avec le rapport cyclique d'un générateur de commande basse tension,
- . les figures 5a à 5d sont des oscillogrammes représentant des mesures électriques réalisées en des points particuliers du système de la figure 3,
- . la figure 6 illustre une variante de réalisation du système de mesure du courant à partir d'un transformateur de courant,
- . la figure 7 montre une première variante de réalisation du système de génération de plasma de la figure 2 dans laquelle la haute tension est continue,

. la figure 8 montre une seconde variante de réalisation du système de génération de plasma de la figure 2 dans laquelle la haute tension est pulsée, et

5 . les figures 9a à 9c sont des oscillogrammes représentant des mesures électriques réalisées en des points particuliers du système de la figure 8.

Description détaillée de modes de réalisation

10 La figure 1 illustre un schéma de principe d'un système de stérilisation par plasma. Dans un tel système, une source de gaz non biocide 10 injecte du gaz non biocide dans un système de génération de plasma 12 qui génère un plasma biocide à partir du gaz non biocide et injecte le gaz biocide stérilisant ainsi formé dans une zone de traitement 14 comportant le ou les objets à stériliser 16. Le gaz sortant de cette zone 15 est rejeté à l'extérieur de préférence après passage par un système 18 de filtration des résidus nocifs. La zone de traitement est étanche et soumise à température et pression ambiante. Le gaz biocide contenu dans la zone de traitement doit contenir un taux d'humidité relative supérieure à 50 %. Ceci peut être fait soit par humidification du gaz non biocide lors de sa 20 génération, soit directement par injection d'un gaz humide (avantageusement le même gaz non biocide) au niveau de la zone de traitement. Le système de génération de plasma 12 peut (pour tout ou partie) être ou non séparé de la zone de traitement 14.

25 Dans un tel système de stérilisation par plasma, illustré par exemple par la demande de brevet internationale citée en préambule, pour produire le gaz stérilisant, il faut créer des décharges entre des électrodes, sans toutefois atteindre le régime de l'arc électrique. Cette production de décharges est l'objet d'un générateur de plasma qui applique une haute tension entre les électrodes et dont le rôle est aussi de 30 garantir la qualité du gaz stérilisant issu de ces décharges. Or, l'usure naturelle des électrodes et les variations, même faibles, de géométries d'une électrode à l'autre, peuvent entraîner de fortes variations d'efficacité de la stérilisation. Pour garantir une efficacité constante, il importe donc d'asservir le générateur de plasma sur un paramètre indépendant de ces 35 phénomènes et non, par exemple, sur l'amplitude de la haute tension appliquée entre les électrodes qui s'avère ne pas être un bon paramètre de régulation.

40 C'est pourquoi, les inventeurs proposent d'asservir le générateur de plasma sur la quantité d'énergie transmise au gaz lors des décharges inter-électrodes. Toutefois, la mesure directe de cette quantité d'énergie n'étant pas aisée, les inventeurs proposent de recourir au dénombrement

10 . la figure 8 montre une seconde variante de réalisation du système de génération de plasma de la figure 2 dans laquelle la haute tension est pulsée,

5 . les figures 9a à 9c sont des oscillogrammes représentant des mesures électriques réalisées en des points particuliers du système de la figure 8, et

10 . la figure 10 est diagramme représentant la distribution de la quantité de charge dans le temps dans le système de génération de plasma de l'invention.

10

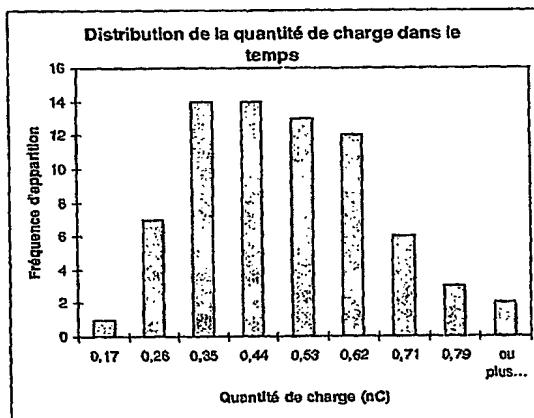
Description détaillée de modes de réalisation

15 La figure 1 illustre un schéma de principe d'un système de stérilisation par plasma. Dans un tel système, une source de gaz non biocide 10 injecte du gaz non biocide dans un système de génération de plasma 12 qui génère un plasma biocide à partir du gaz non biocide et injecte le gaz biocide stérilisant ainsi formé dans une zone de traitement 14 comportant le ou les objets à stériliser 16. Le gaz sortant de cette zone est rejeté à l'extérieur de préférence après passage par un système 18 de 20 filtration des résidus nocifs. La zone de traitement est étanche et soumise à température et pression ambiante. Le gaz biocide contenu dans la zone de traitement doit contenir un taux d'humidité relative supérieure à 50 %. Ceci peut être fait soit par humidification du gaz non biocide lors de sa 25 génération, soit directement par injection d'un gaz humide (avantageusement le même gaz non biocide) au niveau de la zone de traitement. Le système de génération de plasma 12 peut (pour tout ou partie) être ou non séparé de la zone de traitement 14.

30 Dans un tel système de stérilisation par plasma, illustré par exemple par la demande de brevet internationale citée en préambule, pour produire le gaz stérilisant, il faut créer des décharges entre des électrodes, sans toutefois atteindre le régime de l'arc électrique. Cette production de décharges est l'objet d'un générateur de plasma qui applique une haute tension entre les électrodes et dont le rôle est aussi de 35 garantir la qualité du gaz stérilisant issu de ces décharges. Or, l'usure naturelle des électrodes et les variations, même faibles, de géométries d'une électrode à l'autre, peuvent entraîner de fortes variations d'efficacité de la stérilisation. Pour garantir une efficacité constante, il importe donc d'asservir le générateur de plasma sur un paramètre indépendant de ces 40 phénomènes et non, par exemple, sur l'amplitude de la haute tension

des décharges de courant parcourant le circuit d'alimentation des électrodes sur une période de durée largement supérieure au temps moyen entre deux décharges électriques.

En effet, la valeur moyenne des charges électriques de l'ensemble des décharges électriques apparaissant entre les électrodes pendant un temps donné est constante. De plus, à amplitude de tension inter-électrodes constante, l'apparition de ces décharges est régulière dans le temps. Cette constatation est illustrée par des résultats expérimentaux de mesures de la distribution de la quantité de charge traversant l'espace inter-électrodes effectuées par les inventeurs sur un système de stérilisation prototype, et représentées sur le diagramme suivant :



15 L'essai a été réalisé sur 70 décharges, soit sur une durée de 500µs lors de notre expérience. On constate qu'il y a une majorité de décharges de courant contenues entre 0.30 nC et 0.60 nC.

20 On peut alors en déduire que le dénombrement de ces décharges de courant sur une période de durée largement supérieure au temps moyen entre deux décharges est suffisant pour évaluer la charge totale qui a traversé l'espace inter-électrode pendant cette même période, et donc l'énergie transférée au gaz pendant cette période. En effet, l'égalité suivante s'applique :

$$C_t = N_b * C_m$$

25 C_t : Charge totale des décharges par unité de temps.

N_b : nombre de décharges par unité de temps.

C_m : Charge moyenne d'une décharge.

30 Pour illustrer ce qui précède, le tableau suivant donne le comportement stérilisateur d'un système de stérilisation prototype fonctionnant selon le principe de l'invention, pour le cas de stérilisation de spores de *Bacillus subtilis*.

appliquée entre les électrodes qui s'avère ne pas être un bon paramètre de régulation.

5 C'est pourquoi, les inventeurs proposent d'asservir le générateur de plasma sur la quantité d'énergie transmise au gaz lors des décharges inter-électrodes. Toutefois, la mesure directe de cette quantité d'énergie n'étant pas aisée, les inventeurs proposent de recourir au dénombrement des décharges de courant parcourant le circuit d'alimentation des électrodes sur une période de durée largement supérieure au temps moyen entre deux décharges électriques.

10 En effet, la valeur moyenne des charges électriques de l'ensemble des décharges électriques apparaissant entre les électrodes pendant un temps donné est constante. De plus, à amplitude de tension inter-électrodes constante, l'apparition de ces décharges est régulière dans le temps. Cette constatation est illustrée par des résultats expérimentaux de mesures de la distribution de la quantité de charge traversant l'espace inter-électrodes effectuées par les inventeurs sur un système de stérilisation prototype, et représentées sur le diagramme de la figure 10.

15 20 L'essai a été réalisé sur 70 décharges, soit sur une durée de 500µs lors de notre expérience. On constate qu'il y a une majorité de décharges de courant contenues entre 0.30 nC et 0.60 nC.

25 30 On peut alors en déduire que le dénombrement de ces décharges de courant sur une période de durée largement supérieure au temps moyen entre deux décharges est suffisant pour évaluer la charge totale qui a traversé l'espace inter-électrode pendant cette même période, et donc l'énergie transférée au gaz pendant cette période. En effet, l'égalité suivante s'applique :

$$C_t = N_b * C_m$$

35 C_t : Charge totale des décharges par unité de temps.

N_b : nombre de décharges par unité de temps.

C_m : Charge moyenne d'une décharge.

40 Pour illustrer ce qui précède, le tableau suivant donne le comportement stérilisateur d'un système de stérilisation prototype fonctionnant selon le principe de l'invention, pour le cas de stérilisation de spores de *Bacillus subtilis*.

5 L'indice « nombre de décharges » correspond à la moyenne du nombre de décharges par période du signal haute tension alternatif appliqué entre les électrodes et l'efficacité est donnée en temps de réduction décimale, à savoir le temps nécessaire pour diviser une population de spores par 10.

10 Ces résultats sont donnés pour différentes configurations de fonctionnement du système de stérilisation :

15 *Configuration 1* : débit de gaz = 2 l/min, distance inter-électrodes 2 mm.

10 *Configuration 2* : débit de gaz = 8 l/min, distance inter-électrodes 2 mm.

15 *Configuration 3* : débit de gaz = 4 l/min, distance inter-électrodes 0.6 mm.

Configuration	Nbre de décharges	Temps de réduction décimale (min.)
N°1	8	5.8
	12	4.5
	16	3
N°2	8	8.7
	16	2.5
N°3	8	3
	16	2.1

15 On constate donc que sur chaque configuration, la rapidité de stérilisation augmente avec le nombre de décharges. On notera également que ces mesures qui ont fait l'objet de plusieurs essais successifs ont fait apparaître une reproductibilité acceptable d'un essai à l'autre.

20 Une vue schématique d'un système de génération de plasma mettant en œuvre le principe ci-dessus est donnée à la figure 2. Il est organisé autour d'un générateur haute tension 20 qui alimente au travers de deux conducteurs électriques 22, 24 deux électrodes, ayant chacune un rayon de courbure très différent, pour produire entre elles une décharge électrique dite décharge « couronne ». L'électrode à faible rayon de courbure 26 est typiquement un fil ou une lame munie de pointes et l'électrode à fort rayon de courbure 28 une surface plane.

25 Lorsque le générateur est un générateur alternatif sinusoïdal ou pulsé et qu'un isolant diélectrique 30 est inséré entre les deux électrodes (par exemple, s'il recouvre l'électrode plane comme illustré) on parle de décharge plasma de type DBD (Décharge à Barrière Diélectrique). Cette configuration de décharge plasma permet notamment de retarder le

passage à l'arc électrique et d'accroître le transfert d'énergie au gaz par rapport à une configuration sans isolant mettant en œuvre un générateur continu (une telle configuration est illustrée à la figure 7).

Un système de mesure de courant 32 est monté en série avec le conducteur électrique 24 sur le trajet de la haute tension. Le courant mesuré, ou la tension équivalente, est transformé, sur une période fixe déterminée, par un système de conversion 34 en un nombre moyen de décharges électriques. Un système de régulation 36 élabore alors un signal de commande du générateur de tension 20 de façon à maintenir ce nombre moyen de décharges mesuré au plus proche d'une valeur de consigne 38 définie par l'utilisateur et correspondant à une fréquence d'apparition de décharge souhaitée.

On a ainsi réalisé une boucle de régulation ajustant l'amplitude de la haute tension de façon à garder constante la fréquence moyenne d'apparition des décharges de courant. Si la tension en entrée du régulateur est supérieure à la tension de consigne 38, cela signifie que la fréquence moyenne d'apparition des décharges est trop importante, et la tension de sortie du régulateur diminue alors linéairement jusqu'à ce que la tension d'entrée et la tension de consigne soient égales. Dans le cas contraire, ou la tension d'entrée est inférieure à la tension de consigne, cela signifie que la fréquence moyenne d'apparition des décharges est trop faible, et la tension de sortie du régulateur augmente linéairement jusqu'à ce que ces deux tensions soient à nouveau égales.

Une telle mise en œuvre est particulièrement appropriée car on constate que le nombre moyen de décharges sur un temps donné peut être contrôlé en agissant sur l'amplitude de la haute tension appliquée entre les électrodes, le contrôle étant réalisé selon la loi : Augmentation de l'amplitude de la haute tension -> augmentation du nombre de décharges, diminution de l'amplitude de la haute tension -> diminution du nombre de décharges.

Un exemple de réalisation préférentielle du système de génération de plasma à partir d'une haute tension alternative sinusoïdale est illustré en détail à la figure 3. Le générateur de haute tension alternative 20 est constitué d'un transformateur 40, typiquement de gain important, piloté par un transistor 42 fonctionnant en commutation. Le signal de commande 44 du transistor est élaboré par un générateur de signaux rectangulaires 46 de fréquence fixe et de rapport cyclique variable. La fréquence fixe de ce générateur est calculée pour coïncider avec la fréquence de résonance de l'ensemble transformateur/source plasma. Le rapport cyclique du générateur de signaux est commandé par le signal de sortie du système de régulation 36.

Le système 32 de mesure du courant traversant l'espace inter-électrodes est constitué par une simple résistance 48 aux bornes de laquelle on vient prélever une tension proportionnelle au courant qui constitue le signal d'entrée du système de conversion. Ce système de conversion 34 comporte un filtre passe haut 50 pour retirer toute composante basse fréquence de ce signal d'entrée et ne garder que les composantes hautes fréquences résultant des décharges entre les électrodes. On notera, qu'il est aussi possible d'utiliser un filtre passe bande plus ou moins sélectif, de façon à ne récupérer que les composantes utiles du signal, et en particulier de façon à retirer les différents parasites et perturbations pouvant apparaître.

Le signal résultant en sortie du filtre passe ensuite par un comparateur 52 qui détecte le franchissement d'un seuil variable prédéterminé, défini par un potentiomètre de seuil 54, et délivre sous une forme logique les décharges de courant dépassant ce seuil. Ce signal logique est injecté dans un compteur binaire (ou fréquencemètre 56) synchronisé sur le signal 44 de commande du transistor et qui va mémoriser sous la forme d'une tension continue (via un échantillonneur-bloqueur) une valeur de comptage par période de mesure. La synchronisation est réalisée de façon à calculer une fréquence moyenne d'apparition des décharges sur une période fixe déterminée correspondant à un multiple (par exemple 16 fois) de la période du signal de commande. La tension de sortie du fréquencemètre, représentative de la fréquence d'apparition des décharges, est introduite dans le système de régulation 36 constitué par un comparateur 58 qui compare la tension de sortie avec une tension de consigne donnée par un potentiomètre d'ajustement de consigne 60. La sortie du comparateur sert de commande pour le pilotage du rapport cyclique du générateur de signaux rectangulaires 46 et donc pour l'ajustement de la haute tension au niveau du transformateur 40 (via le transistor de commutation 42).

La commande du rapport cyclique en fonction de ce signal de commande, qui sert à ajuster l'amplitude de la haute tension, est linéaire comme l'illustre la courbe 62 de la figure 4. Ce signal est minimum pour un rapport cyclique de 0 % et maximum pour un rapport cyclique de 100 %. En outre, on peut constater avec la courbe 64 qui donne la relation existant entre le rapport cyclique et le nombre de décharges moyen par cycle du signal apparaissant entre les électrodes, que le gain en boucle ouverte du régulateur est important, ce qui montre l'intérêt de réguler sur le nombre moyen de décharges et non sur l'amplitude de la haute tension.

Le fonctionnement du système de génération de plasma sera maintenant explicité en regard des figures 5a à 5d qui montrent les évolutions des tensions et courants dans ce générateur pour différents rapports cycliques du signal de commande.

Sur les oscilloscogrammes de la figure 5a, le signal de commande 44 du transistor 42 présente un rapport cyclique fixé à 25 %. Le courant induit au travers du primaire du transformateur 40 suit classiquement la loi de comportement d'une inductance : $U = -L \frac{di}{dt}$ et on observe donc sur la sortie 70 du transistor une progression linéaire du courant lorsque le transistor est saturé puis, lorsque le signal de commande 44 revient à une tension nulle, le transistor passant dans un état bloqué, une chute brutale de ce courant à une valeur nulle. Cette chute brutale induit à son tour une élévation importante de tension sur la sortie 70 du transistor qui peut atteindre les 100V pour une alimentation de quelques dizaines de volts (30V par exemple). Ce pic de tension sur le primaire du transformateur induit une haute tension sur la sortie 72 du secondaire qui, dans les conditions précitées et selon le gain du transformateur, peut atteindre 5 kV crête à crête.

On remarque enfin, que le fait d'avoir choisi pour le signal de commande 44 une fréquence égale à la fréquence de résonance de l'ensemble transformateur/source plasma permet d'avoir un signal de sortie haute tension 72 de forme quasi-sinusoidale. La mesure de la tension 74 aux bornes de la résistance 48 montre, du fait du comportement capacitif de la source, une sinusoïde décalée de 90° que l'on retrouve, après passage au travers du filtre 50, sur une borne d'entrée 76 du comparateur 52. Toutefois, pour ce rapport cyclique, la tension en sortie du transformateur n'est pas assez élevée pour obtenir des décharges électriques et le comparateur ne détecte rien fournissant une tension nulle à sa sortie 78.

Sur les oscilloscogrammes de la figure 5b le signal de commande 44 présente un rapport cyclique fixé à 50 %. On voit clairement que le courant (en 70) traversant le primaire du transformateur 40 atteint maintenant des valeurs plus élevées que pour le cas précédent, ainsi que la tension (en 70) sur ce même primaire. Logiquement, la tension de sortie 72 du transformateur atteint une valeur supérieure au cas précédent, en l'espèce 10 kV crête à crête. Dans ce cas, la mesure de la tension aux bornes de la résistance laisse apparaître des décharges électriques prenant la forme de pics de tension. Après filtrage 50, le comparateur 52 dont la valeur de seuil fixée par le potentiomètre 54 est maintenant dépassée, détecte les décharges existantes (soit environ 3 par période dans l'exemple illustré).

Enfin, sur les oscillogrammes de la figure 5c, le signal de commande 44 présente un rapport cyclique fixé à 75 %. Comme précédemment, l'augmentation du rapport cyclique induit une augmentation de la tension de sortie 72 du transformateur 40, par exemple 15 kV crête à crête, et le nombre de décharges détectées par le comparateur 52 est supérieur au précédent et en l'espèce égale à 6 par période par exemple.

L'évolution des signaux dans le système de régulation 36, lors de la mise en route du système, est illustré sur les oscillogrammes de la figure 5d. Pour des raisons de lisibilité de ces oscillogrammes, le système de conversion 34 est synchronisé sur le double de la période du signal 44 de commande du transistor. Ainsi, toutes les deux périodes de ce signal de commande, le comptage est remis à jour et donne une valeur moyenne de fréquence d'apparition des décharges sur deux périodes. Le signal de consigne 38, 80 est réglé à une tension fixe correspondant à une fréquence déterminée d'apparition des décharges (ici environ 6 décharges par période). Le rapport cyclique du signal de commande 44 augmente progressivement, ce qui induit une augmentation du nombre de décharges détectées en sortie 78 du comparateur 52. Le signal 82 de sortie du fréquencemètre 56 augmente alors progressivement par palier, toutes les deux périodes du signal de commande. Tant que le signal de sortie 82 est inférieur à la tension de consigne 80 fournie par le potentiomètre 60, la sortie 84 du régulateur 58 continue d'augmenter, ce qui induit une augmentation du rapport cyclique du signal de commande puis, lorsque ce signal de sortie devient égal à la tension de consigne, la sortie 84 du régulateur se stabilise, et le système est calé au nombre moyen de décharges désiré.

Une variante de réalisation du système de génération de plasma est illustré en détail à la figure 6. Dans cette réalisation, le système de mesure de courant 32 n'est plus constitué par une simple résistance mais réalisé sous la forme d'un transformateur de courant. Cette variante présente l'avantage d'isoler les circuits de mesure du circuit de haute tension et de réaliser la mesure où l'on souhaite dans ce circuit de haute tension. Ainsi, la figure 6 reprend l'essentiel des éléments de la figure 3 avec leur numérotation, à l'exception du système de mesure de courant qui est remplacé par un nouvel ensemble de mesure de courant 90. Celui-ci est composé d'une ferrite 92 traversée par le conducteur 22 transportant la haute tension et comprenant un fil 94 enroulé en spires dans la ferrite et servant à prélever une partie du courant. Une des deux extrémités du fil est reliée à la masse tandis que l'autre part vers le filtre 50 du système de

conversion 34 dont le fonctionnement reste identique à celui décrit en regard de la figure 3.

De même, les inventeurs ont constaté qu'il était possible d'obtenir un résultat identique avec une alimentation haute tension continue. La 5 figure 7 montre le schéma électronique du système de génération de plasma correspondant. Les éléments identiques à ceux de la figure 3, correspondant à une haute tension alternative, portent les mêmes références. Par rapport à ce premier exemple de réalisation, la source de 10 plasma ne comporte plus le diélectrique 30 utilisable uniquement dans le cas alternatif et la sortie 72 du transformateur 40 passe par un montage redresseur 96, par exemple à doublage de tension, avant de passer par la source. Ce système bien connu permet de transformer une tension alternative de xV crête à crête en une tension continue de valeur $2*x$ V. Ainsi, la tension 22 appliquée aux bornes de la source est continue et est 15 proportionnelle à l'amplitude de la tension 72 de sortie du transformateur 40. L'électronique de traitement des décharges électriques est par contre identique au cas précédent avec le système de mesure de courant 32, le système de conversion 34 et le système de régulation 36.

Une variante de réalisation de l'invention à partir d'une haute 20 tension pulsée est illustrée à la figure 8 qui montre un schéma électronique d'une telle réalisation. Les éléments identiques à ceux du montage de la figure 3 portent les mêmes références.

La haute tension est maintenant une haute tension pulsée, c'est à dire une haute tension positive VHT+ et une haute tension négative VHT-, 25 de même valeur absolue (5kV par exemple), fournies par un hacheur de haute tension 98 dont la sortie est reliée à l'électrode à faible rayon de courbure 26 par le conducteur 22. Ce hacheur comporte classiquement deux interrupteurs électroniques haute tension (par exemple des optocoupleurs haute tension 100 et 102) pilotés respectivement par le 30 signal de sortie 44 du générateur de signaux basse tension 46, et par ce même signal inversé 104 par une porte logique 106.

Les différents signaux électriques que l'on peut observer sur cette variante de réalisation sont illustrés sur les oscillogrammes des figures 9a à 9c, pour différents cas de rapport cyclique du signal de commande 44. 35 La tension appliquée alternativement sur l'électrode 26 est maintenant soit VHT+ soit VHT, avec un rapport de durées respectives conforme au rapport cyclique du signal de commande 44, la durée du niveau VHT+ déterminant le nombre de décharges susceptibles d'apparaître entre les électrodes. Par exemple, pour une tension VHT+ de 5kV, on constate les 40 correspondances suivantes :

- Rapport cyclique de 25% -> 2 décharges par alternance.

- Rapport cyclique de 50% -> 4 décharges par alternance.
- Rapport cyclique de 75% -> 6 décharges par alternance.

5 Comme pour les réalisations précédentes, ces décharges sont relevées aux bornes de la résistance 48 puis leur nombre est convertit en une tension 82 qui est régulée par rapport à la tension de consigne 80 selon le principe explicité précédemment en regard de l'organigramme de la figure 5d.

Revendications

1. Système de génération de plasma comportant un générateur de haute tension (20) relié à au moins deux électrodes (26, 28) dont une 5 comporte un fort rayon de courbure et une autre comporte un faible rayon de courbure, caractérisé en ce que ledit générateur de haute tension est commandé de façon à maintenir constante la fréquence moyenne d'apparition des décharges de courant allant de la au moins une électrode à faible rayon de courbure (26) vers la au moins une électrode à fort 10 rayon de courbure (28).
2. Système de génération de plasma selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite électrode à fort rayon de courbure est de géométrie plane. 15
3. Système de génération de plasma selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un isolant diélectrique (30) insérée entre les électrodes et en ce que ledit générateur de haute tension est un générateur alternatif sinusoïdal ou pulsé (20). 20
4. Système de génération de plasma selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit générateur de haute tension comporte un transformateur à fort gain (40) piloté par un transistor (42) fonctionnant en commutation sous la commande d'un générateur de signaux basse tension (46) de fréquence fixe déterminée et de rapport cyclique variable. 25
5. Système de génération de plasma selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une résistance (48) placée entre un potentiel de masse et la au moins une électrode à fort rayon de courbure pour mesurer une tension représentative des décharges de courant allant de la au moins une électrode à faible rayon de courbure vers la au moins une électrode à fort rayon de courbure. 30
6. Système de génération de plasma selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un transformateur de courant (92) placé dans le circuit électrique (22) d'alimentation des électrodes pour mesurer un courant représentatif des décharges de courant allant de la au moins une électrode à faible rayon de courbure vers la au moins une électrode à fort rayon de courbure. 35

7. Système de génération de plasma selon les revendications 5 ou 6, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un filtre passe haut ou passe bande (50), de façon à ne récupérer dudit signal mesuré (74) que la partie représentative des décharges apparaissant entre les électrodes.

5

8. Système de génération de plasma selon la revendication 7, caractérisé en ce que le signal mesuré et filtré (76) est transformé, sur une période fixe déterminée, par un système de conversion (34) en une tension continue déterminée (82) représentative d'un nombre moyen de décharges électriques.

10

9. Système de génération de plasma selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit nombre moyen de décharges mesuré est régulé par un système de régulation (36) sur une valeur de consigne (38, 80) prédefinie et correspondant à ladite fréquence moyenne d'apparition des décharges de courant.

15

10. Système de génération de plasma selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit générateur de haute tension comporte un hacheur haute tension (98) distribuant alternativement une haute tension continue positive et une haute tension continue négative à la au moins une électrode à faible rayon de courbure (26) sous la commande d'un générateur de signaux basse tension (46) de fréquence fixe déterminée et de rapport cyclique variable.

25

11. Système de génération de plasma selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que le générateur de haute tension est un générateur continu.

30

12. Système de génération de plasma selon la revendication 11, caractérisé en ce que ledit générateur de haute tension comporte un montage redresseur (96) disposé en sortie d'un transformateur à fort gain (40) piloté par un transistor (42) fonctionnant en commutation sous la commande d'un générateur de signaux basse tension (46) de fréquence fixe déterminée et de rapport cyclique variable.

35

13. Système de stérilisation par plasma en présence d'humidité, à pression atmosphérique et à température ambiante, comportant un système de génération de plasma selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

40

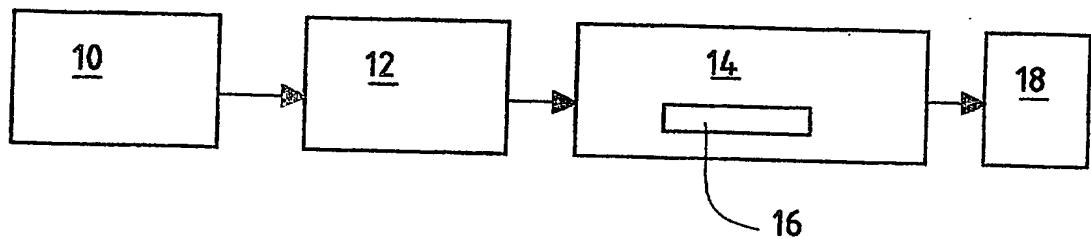


FIG.1

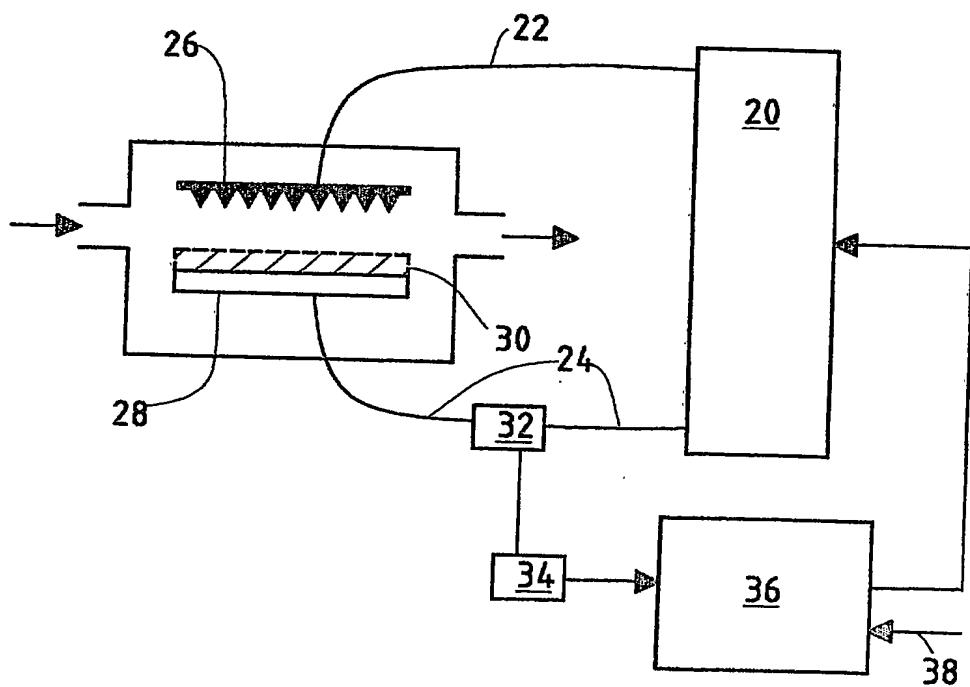


FIG.2

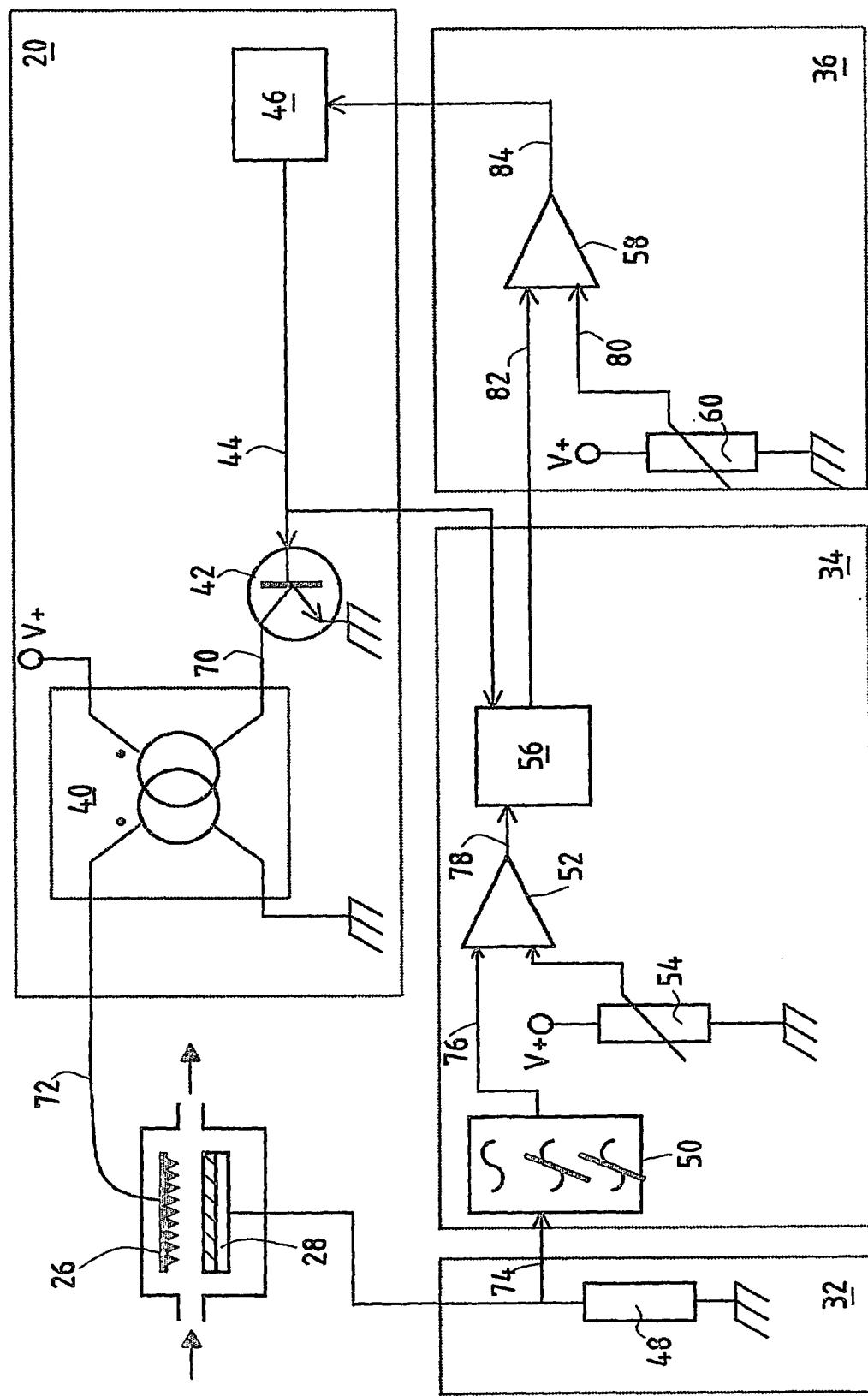


FIG. 3

3/10

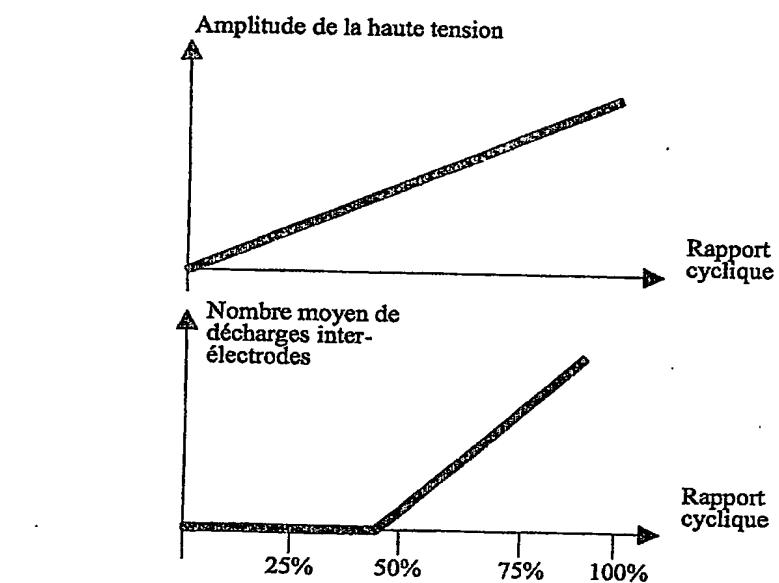


FIG.4

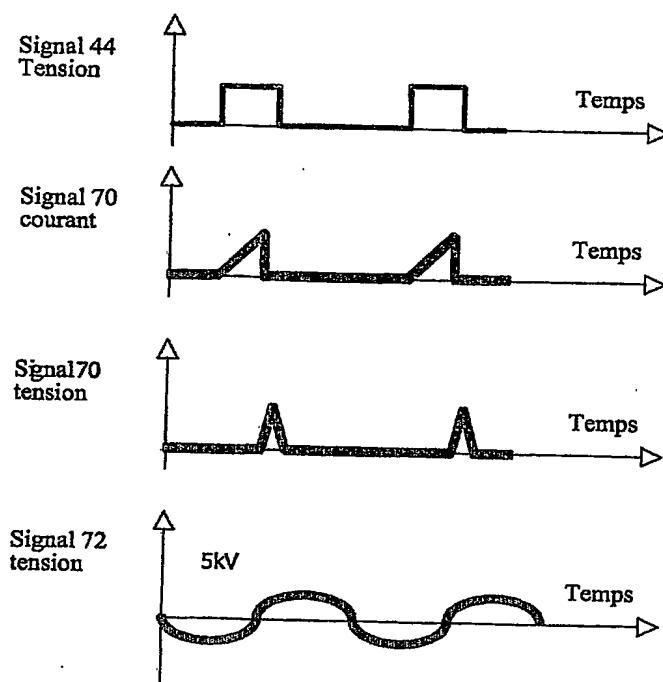
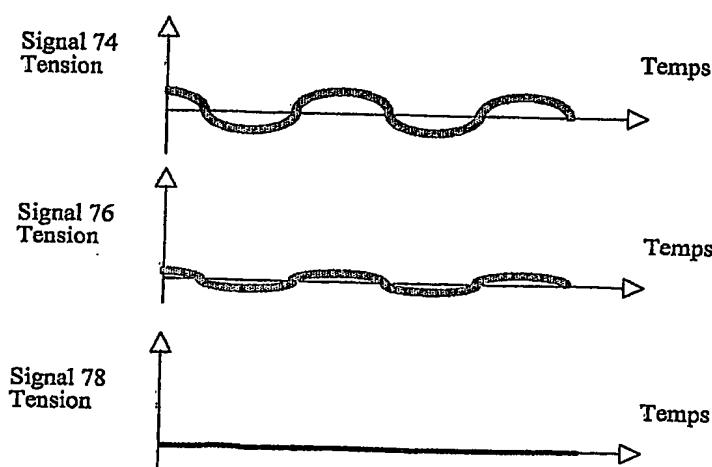


FIG.5A
Rapport cyclique = 25%



4/10

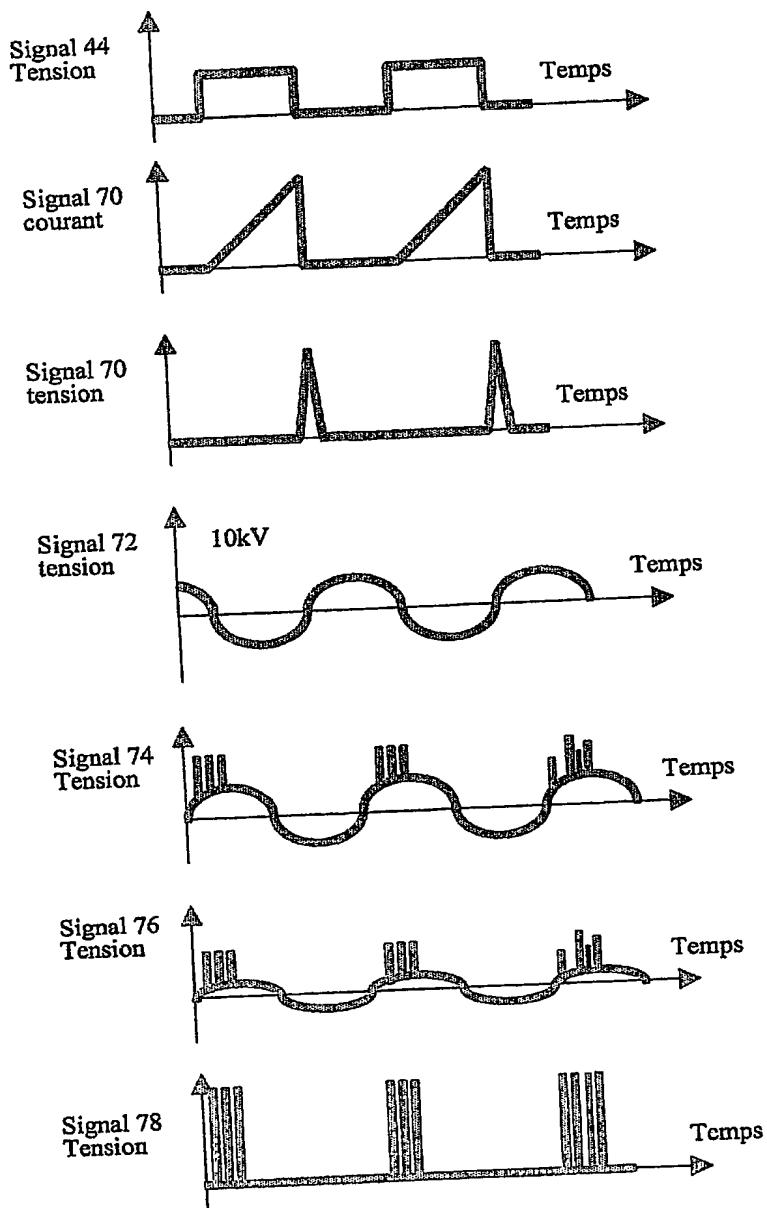


FIG.5B
Rapport cyclique = 50%

5/10

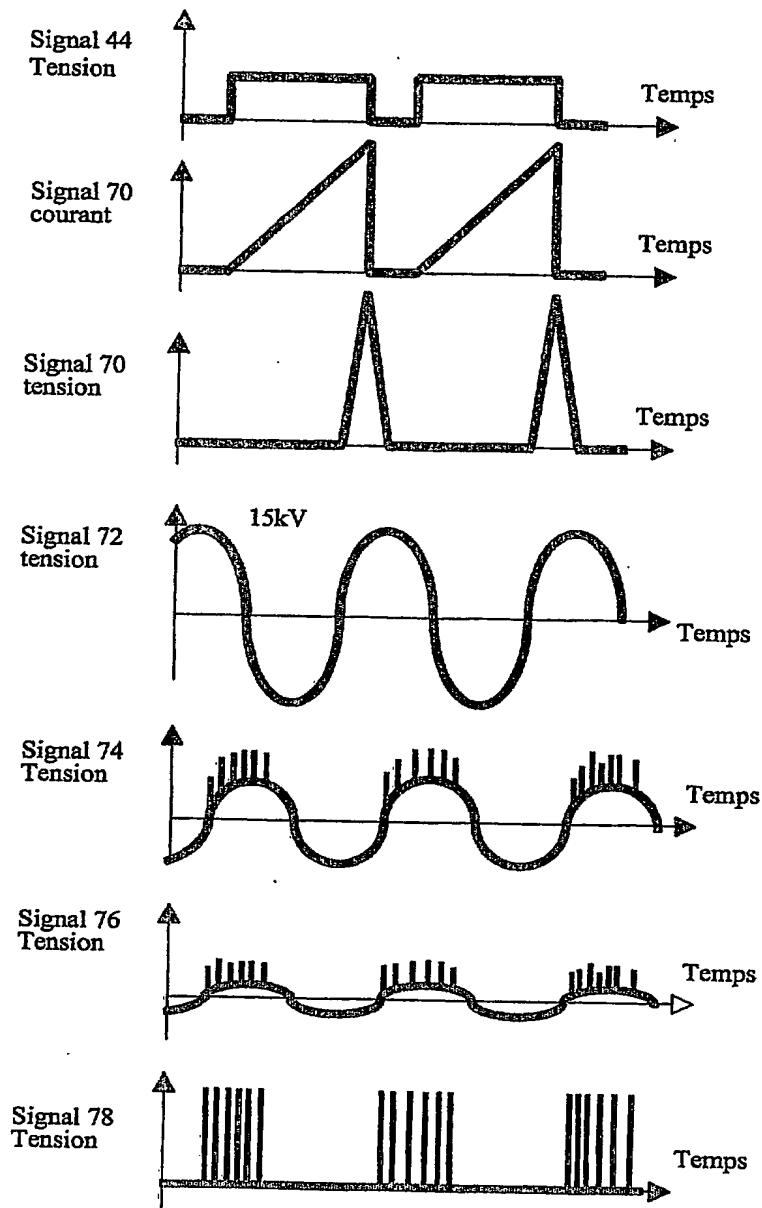


FIG.5C
Rapport cyclique = 75%

5/10

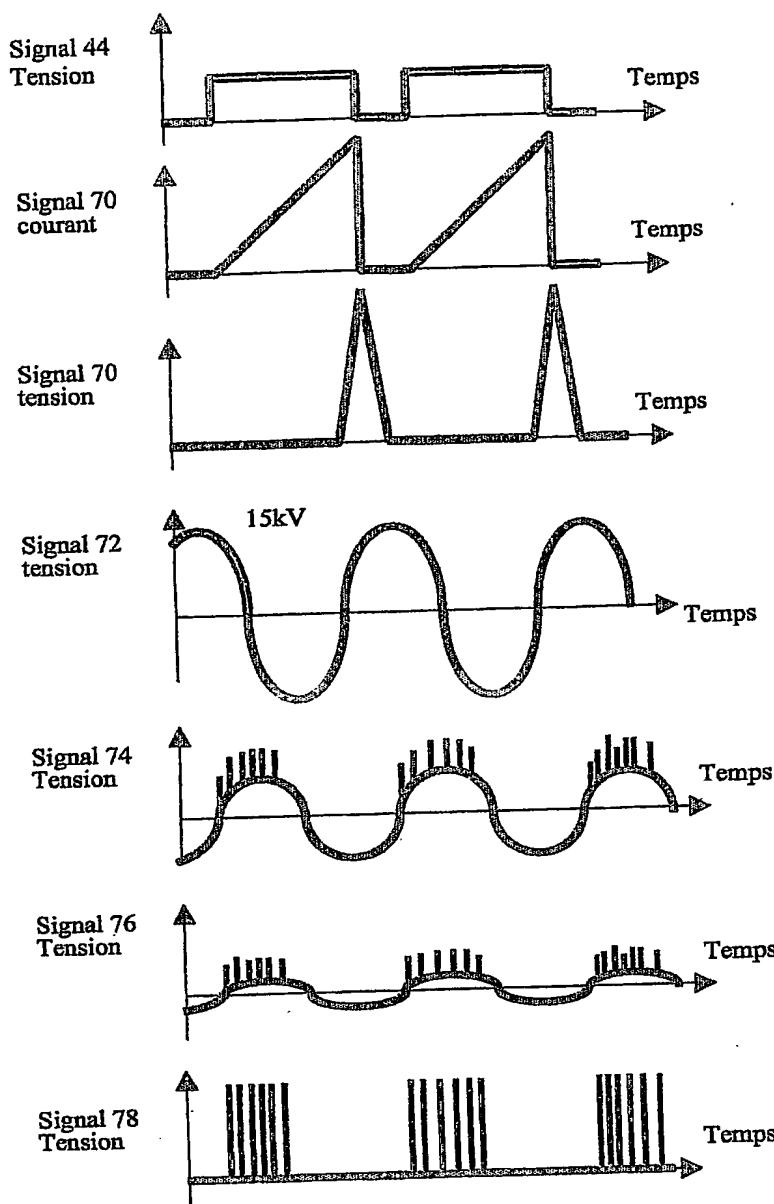


FIG.5C
Rapport cyclique = 75%

Distribution de la quantité de charge dans le temps

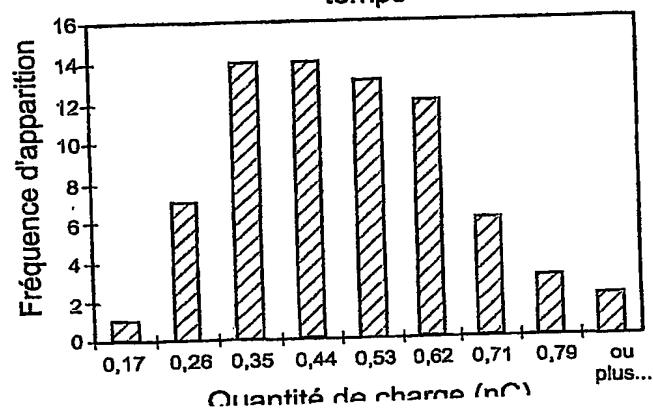


FIG.10

6/10

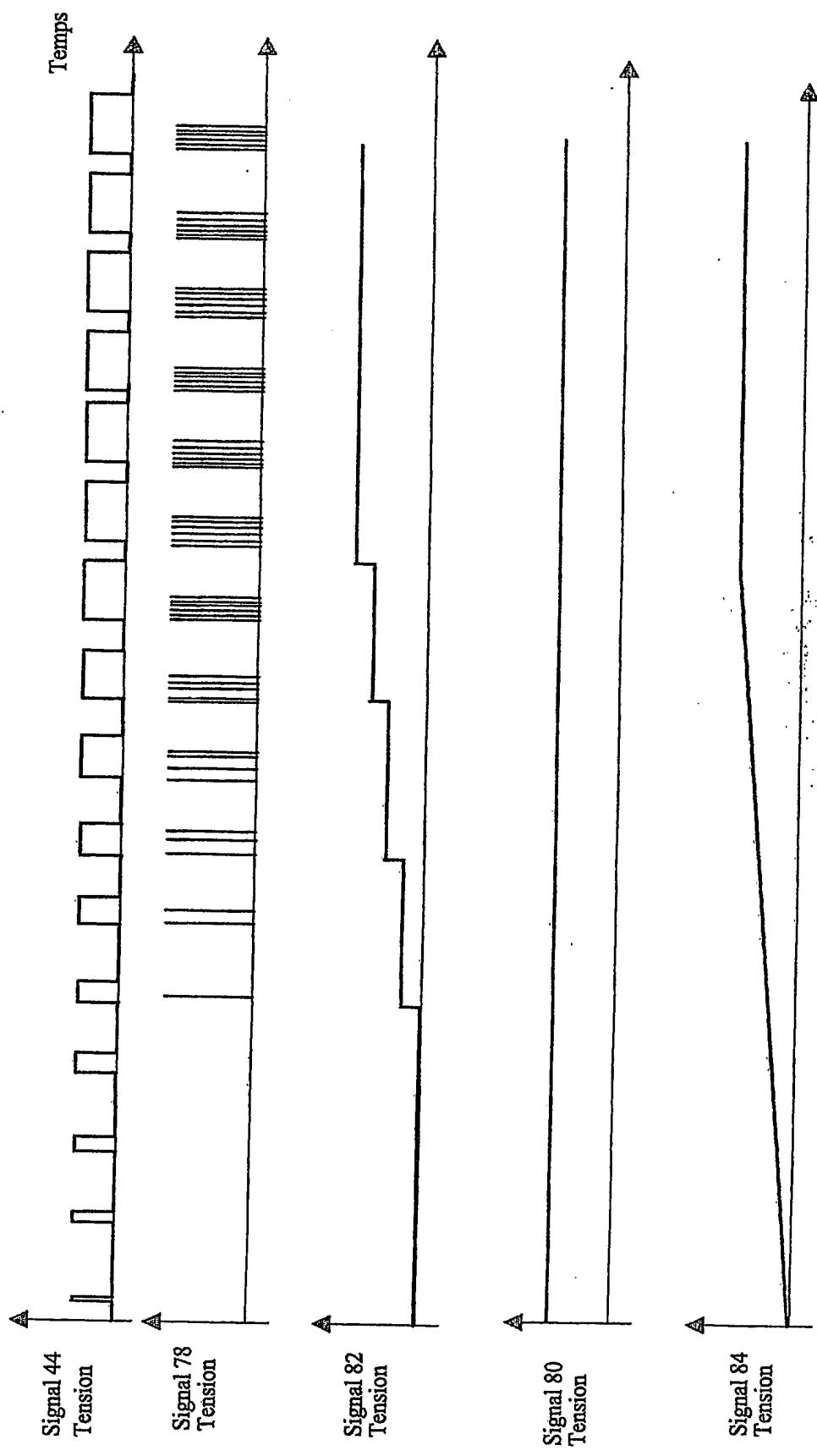


FIG.5D

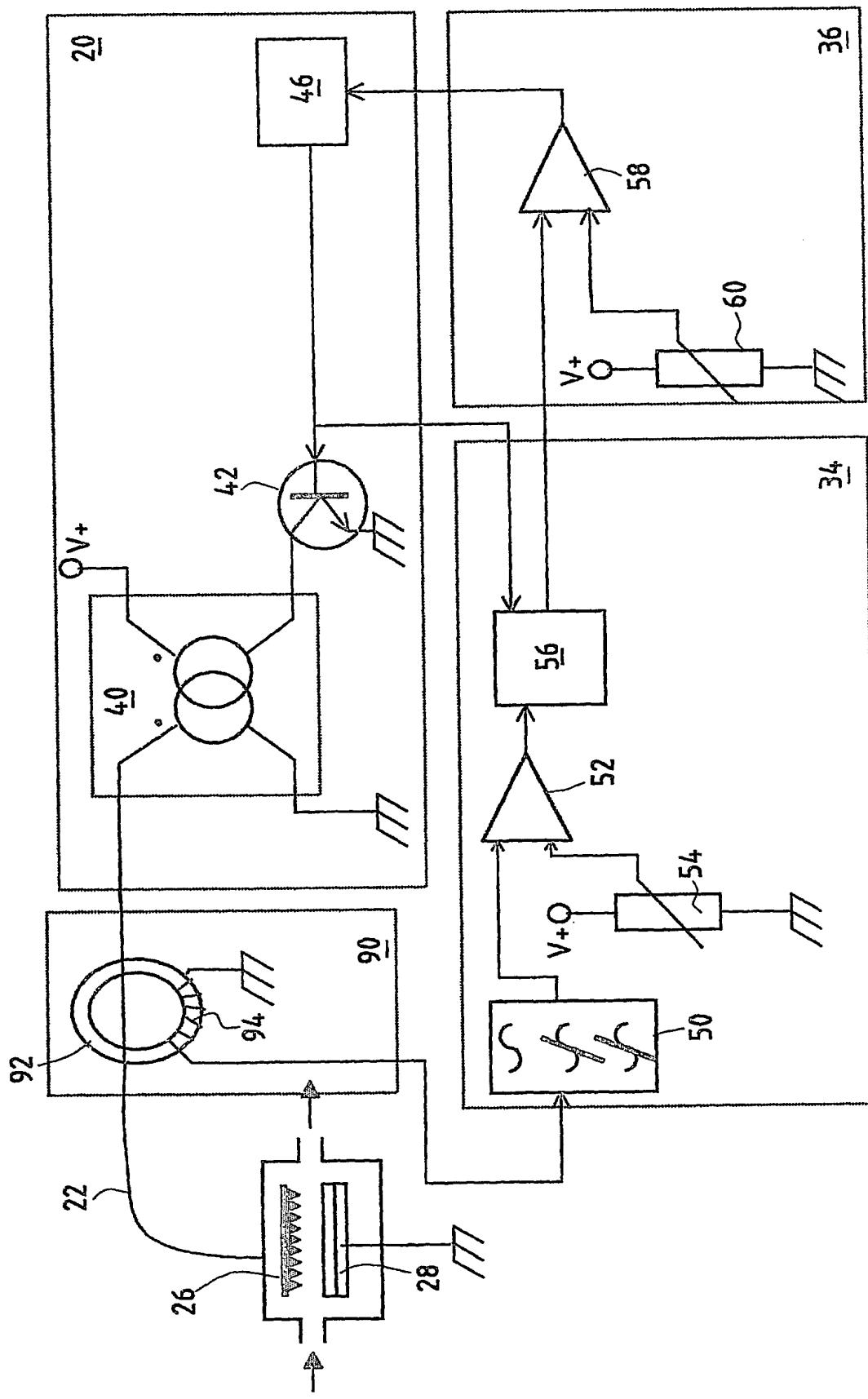


FIG.6

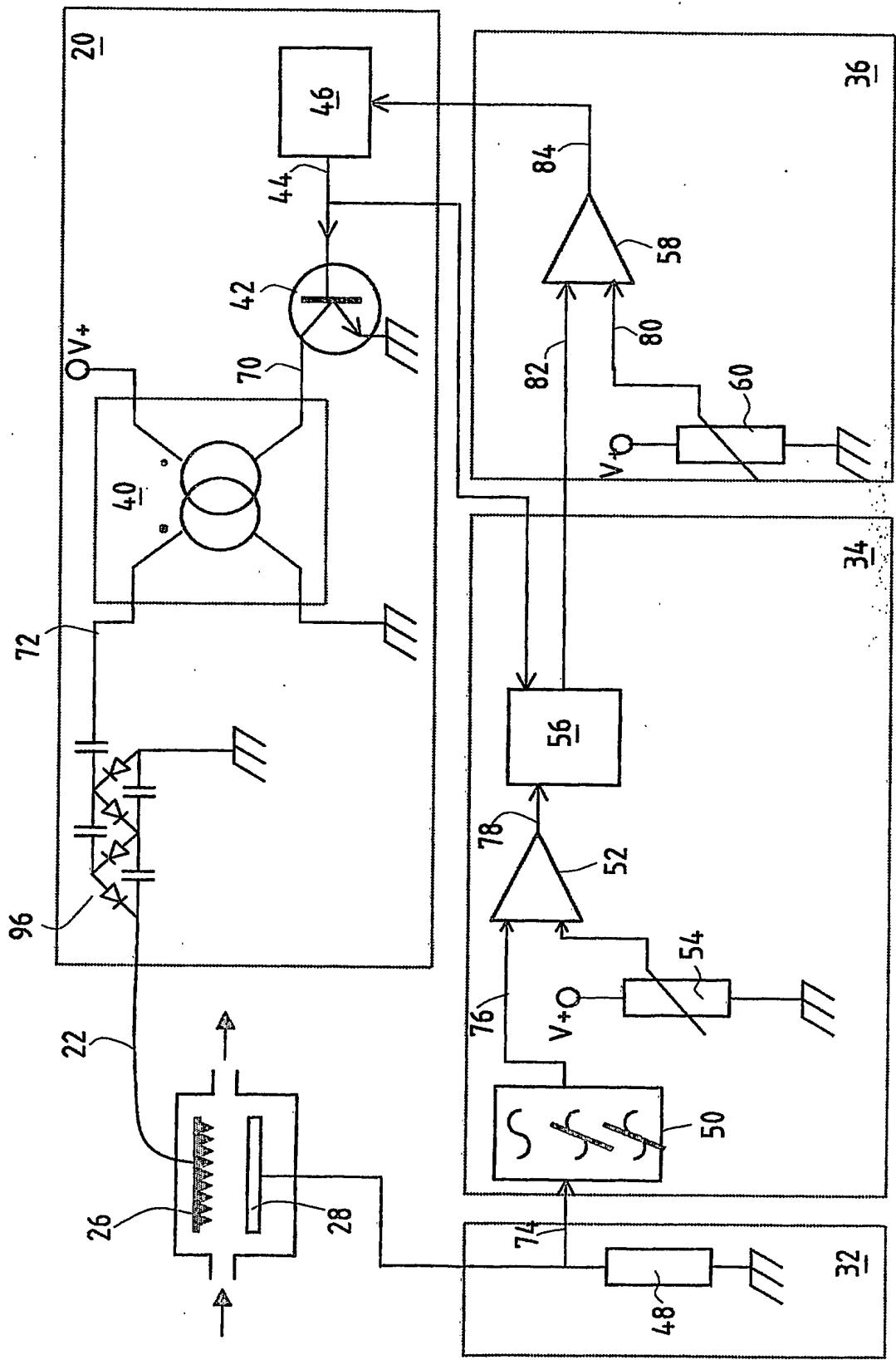


FIG.7

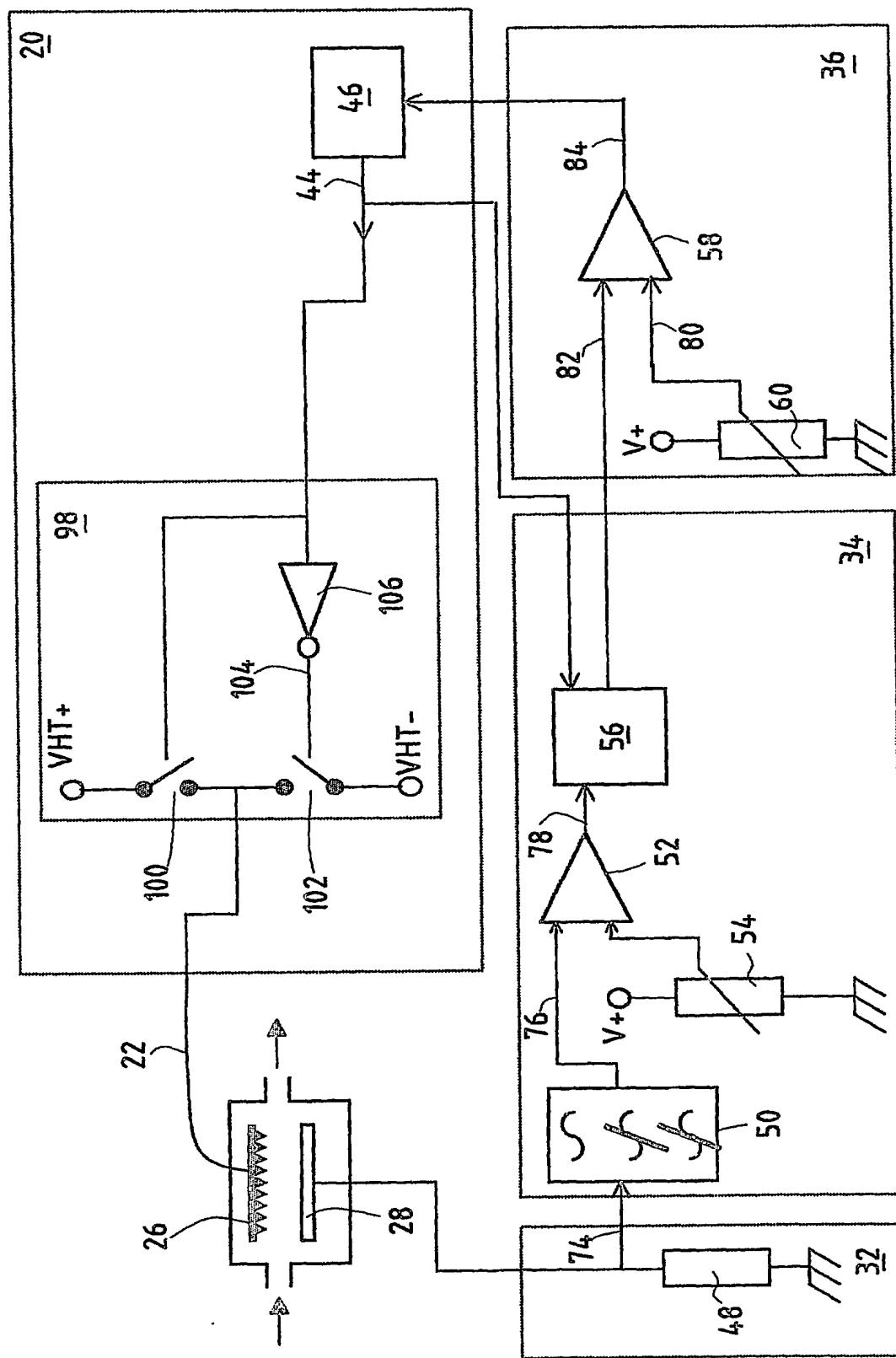
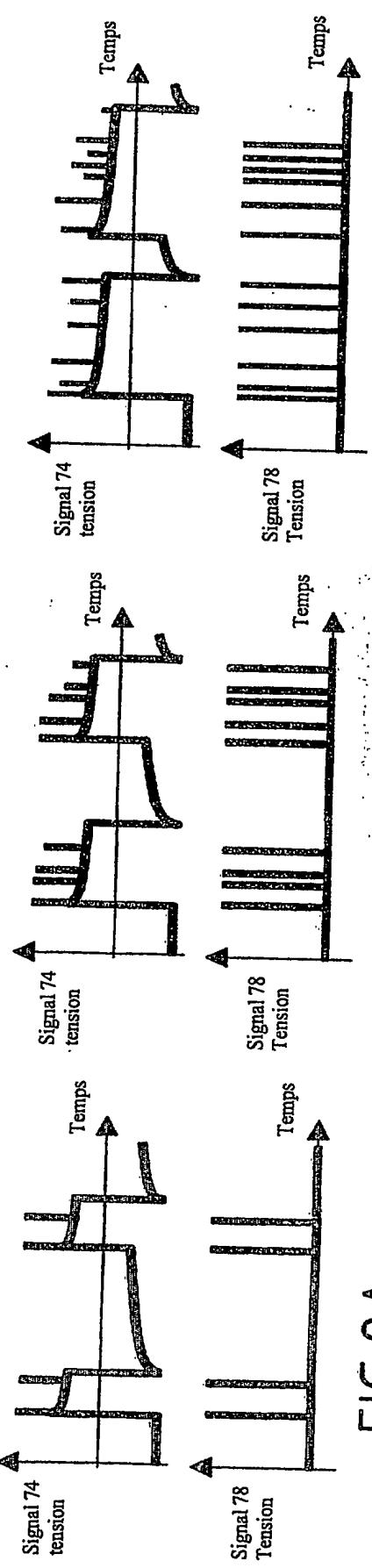
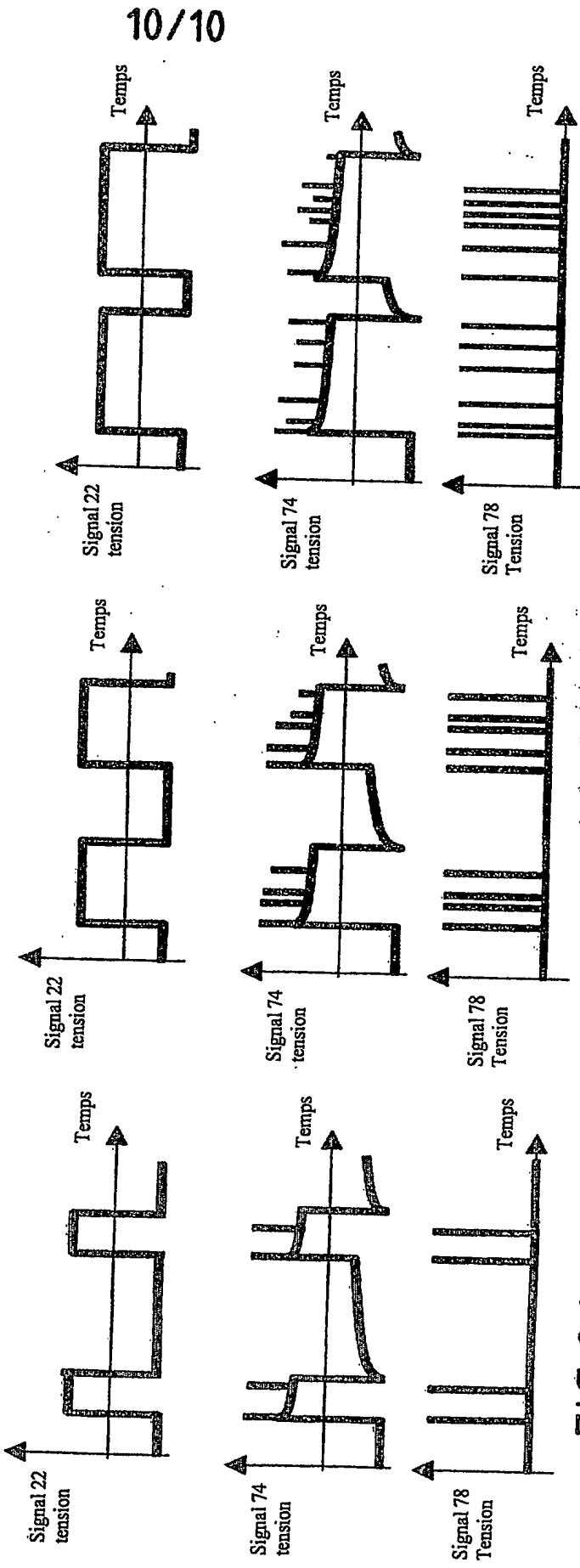
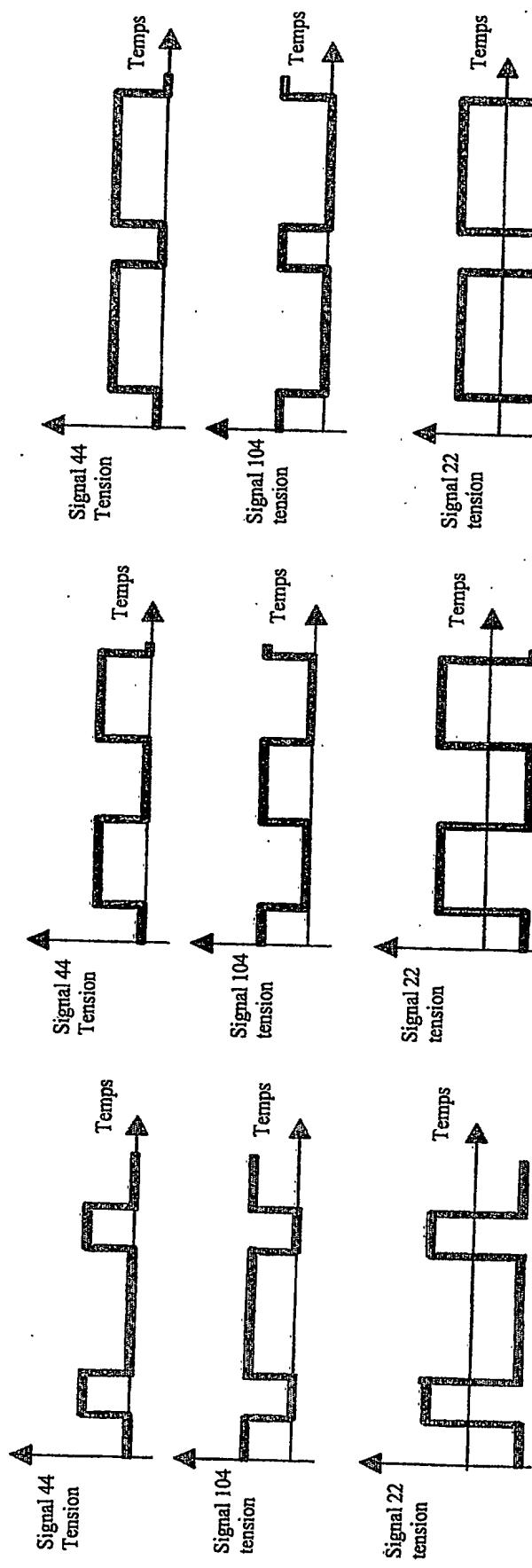


FIG.8



10/10



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

N° 11235

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1... / 1...

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DR 113 W/2C

Vos références pour ce dossier (facultatif)	IH25431-0005 FR0
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	02 02718

TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Générateur de gaz pour un système de stérilisation

LE(S) DEMANDEUR(S) :

ABSYS

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).

Nom		DESTREZ	
Prénoms		Philippe R.	
Adresse	Rue	29 rue des Coutures	
	Code postal et ville	92190	MEUDON
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		MAILLOT	
Prénoms		Jean-Pierre	
Adresse	Rue	28 rue de Rome	
	Code postal et ville	78690	LES ESSARTS-LE-ROI
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		FESQUET	
Prénoms		Michel H.	
Adresse	Rue	3 Rue René Barthélémy	
	Code postal et ville	92160	ANTONY
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		<p>Paris, le 11 mars 2002</p> <p>CABINET BEAU DE LOMENIE</p> <p>Alain DAVID CPI N°98-0500</p>	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.